

(19)日本国特許庁 (JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-227089

(43)公開日 平成7年(1995)8月22日

(51)Int.Cl.⁶
H02N 2/00

識別記号 庁内整理番号
C

FI

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数7 OL (全8頁)

(21)出願番号 特願平6-14122

(22)出願日 平成6年(1994)2月8日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 佐谷 大助

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
式会社ニコン内

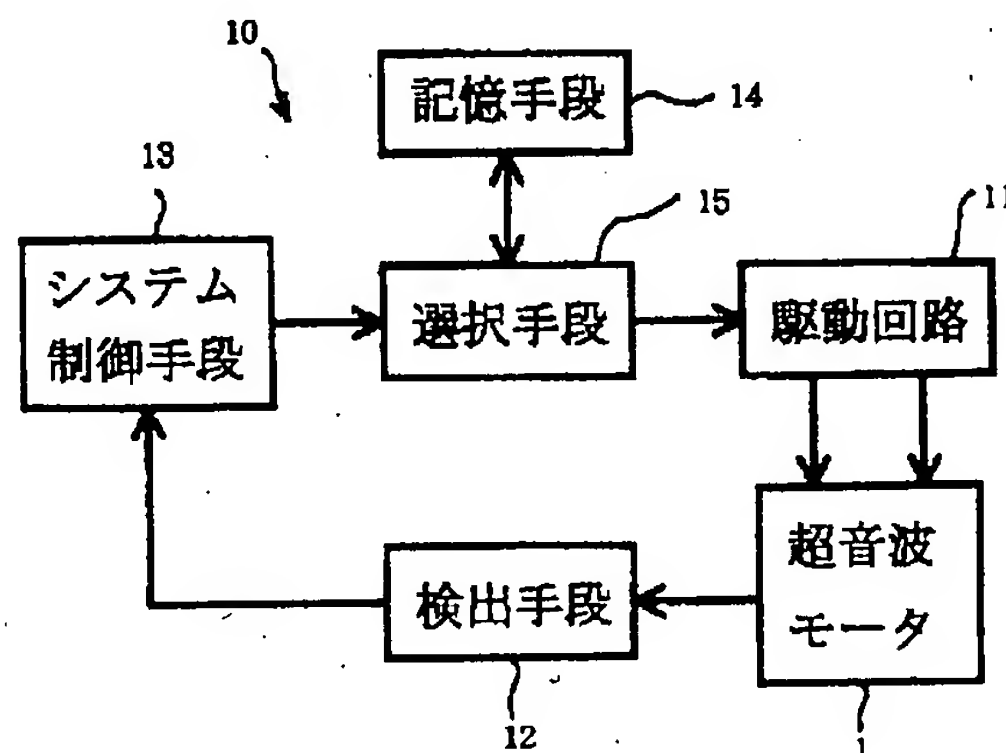
(74)代理人 弁理士 鎌田 久男 (外1名)

(54)【発明の名称】超音波モータの駆動制御装置

(57)【要約】

【目的】 超音波モータの起動時の立ち上がり時間を短縮する。

【構成】 超音波モータの駆動制御装置10は、超音波モータ1に駆動信号を供給する駆動回路11と、超音波モータ1の回転数や振動状態等を検出する検出手段12と、超音波モータ1の駆動システムを制御するシステム制御手段13と、超音波モータ1の駆動周波数の情報を記憶している記憶手段14と、システム制御手段13から発せられる動作指示信号に基づき、記憶手段14から駆動制御値を選択する選択手段15とを備える。システム制御手段13は、最初に最大起動トルクが得られる駆動周波数で超音波モータ1を駆動し、次に、目標回転数が得られる駆動周波数で駆動する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 駆動信号により励振される圧電体、及び前記圧電体の励振により進行性振動波を発生する弾性体を有する固定子と、前記固定子に接触し駆動される移動子とから構成される超音波モータの駆動を制御する超音波モータの駆動制御装置であって、前記超音波モータの駆動周波数の情報を記憶する記憶手段と、前記超音波モータの駆動状態を検出する検出手段と、前記記憶手段に記憶された情報に基づいて略最大起動トルクが得られる駆動周波数を選択し、前記検出手段により検出される駆動状態が所定の状態となった場合には、前記記憶手段に記憶された情報に基づいて目標回転数が得られる駆動周波数を選択する制御手段と、前記制御手段により選択された駆動周波数に基づく駆動信号を前記超音波モータの前記圧電体に供給する駆動力供給手段とを備えることを特徴とする超音波モータの駆動制御装置。

【請求項 2】 駆動信号により励振される圧電体、及び前記圧電体の励振により進行性振動波を発生する弾性体を有する固定子と、前記固定子に接触し駆動される移動子とから構成される超音波モータの駆動を制御する超音波モータの駆動制御装置であって、前記超音波モータの複数の駆動電圧に対する駆動周波数の情報を記憶する記憶手段と、前記超音波モータの駆動状態を検出する検出手段と、前記記憶手段に記憶された情報に基づいて略最大起動トルクが得られる駆動電圧及び駆動周波数を選択し、前記検出手段により検出される駆動状態が所定の状態となった場合には、前記記憶手段に記憶された情報に基づいて目標回転数が得られる駆動電圧及び駆動周波数を選択する制御手段と、前記制御手段により選択された駆動電圧及び駆動周波数に基づく駆動信号を前記超音波モータの前記圧電体に供給する駆動力供給手段とを備えることを特徴とする超音波モータの駆動制御装置。

【請求項 3】 駆動信号により励振される圧電体、及び前記圧電体の励振により進行性振動波を発生する弾性体を有する固定子と、前記固定子に接触し駆動される移動子とから構成される超音波モータの駆動を制御する超音波モータの駆動制御装置であって、前記超音波モータの第 1 の駆動電圧に対する駆動周波数の情報と、前記第 1 の駆動電圧より低い第 2 の駆動電圧に対する駆動周波数の情報とを記憶する記憶手段と、前記超音波モータの駆動状態を検出する検出手段と、前記記憶手段に記憶された情報に基づいて前記第 2 の駆動電圧及び前記第 2 の駆動電圧において略最大起動トルクが得られる駆動周波数を選択し、前記検出手段により検出される駆動状態が所定の状態となった場合には、前記記憶手段に記憶された情報に基づいて前記第 1 の駆動

電圧及び前記第 1 の駆動電圧において略最大起動トルクが得られる駆動周波数を選択し、前記検出手段により検出される駆動状態が所定の状態となった場合には、前記第 1 の駆動電圧において目標回転数が得られる駆動周波数を選択する制御手段と、

前記制御手段により選択された駆動電圧及び駆動周波数に基づく駆動信号を前記超音波モータの前記圧電体に供給する駆動力供給手段とを備えることを特徴とする超音波モータの駆動制御装置。

10 【請求項 4】 請求項 1 ～ 3 において、前記記憶手段は、前記超音波モータの駆動周波数と起動トルクと回転数との関係を記憶することを特徴とする超音波モータの駆動制御装置。

【請求項 5】 請求項 1 ～ 4 において、前記検出手段は、前記超音波モータの回転数を検出することを特徴とする超音波モータの駆動制御装置。

【請求項 6】 請求項 1 ～ 4 において、前記検出手段は、前記超音波モータのモニター電極からの信号を検出することを特徴とする超音波モータの駆動制御装置。

20 【請求項 7】 請求項 1 ～ 4 において、前記検出手段は、前記超音波モータの入力信号とモニター電極からの信号の位相差を検出することを特徴とする超音波モータの駆動制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

30 【産業上の利用分野】この発明は、励振されることにより進行性振動波を発生する固定子と、この固定子に接触し駆動される移動子とから構成される超音波モータにおいて、この超音波モータの駆動を制御する超音波モータの駆動制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、この種の超音波モータの駆動を制御する装置としては、例えば特開昭 5 9 - 1 5 6 1 6 8 号公報に開示されたものが知られている。この装置では、印加する電圧の周波数を順次変動させ、各周波数における移動子の駆動速度を計測し、この計測値が最大となる周波数を記憶しておき、この記憶された周波数の電圧で駆動するようにしたものである。これにより、駆動周波数が振動体の形状、大きさに対し共振状態となるように制御され、超音波モータの駆動速度が最大となり、駆動効率が向上する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、高速動作が要求されるシステムでは起動時の立ち上がりのレスポンスが重要となるが、前述の従来の超音波モータの駆動制御装置では、必ずしも最大限のレスポンスを得ることができなかった。従って、目的の回転数に到達するまでに時間がかかるといった問題があった。さらには、駆動時間が長くなると、消費電流積（消費電流と時間との積）が大

きくなるという問題があった。

【0004】本発明は、上述のような課題を解消するためになされたものであって、超音波モータの起動時の立ち上がり時間を短縮することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するために、本発明による超音波モータの駆動制御装置の第1の解決手段は、駆動信号により励振される圧電体(2a)、及び前記圧電体の励振により進行性振動波を発生する弾性体(2b)を有する固定子(2)と、前記固定子に接触し駆動される移動子(3)とから構成される超音波モータ(1)の駆動を制御する超音波モータの駆動制御装置(10)であって、前記超音波モータの駆動周波数の情報を記憶する記憶手段(14)と、前記超音波モータの駆動状態を検出する検出手段(12)と、前記記憶手段に記憶された情報に基づいて略最大起動トルクが得られる駆動周波数を選択し、前記検出手段により検出される駆動状態が所定の状態となった場合には、前記記憶手段に記憶された情報に基づいて目標回転数が得られる駆動周波数を選択する制御手段(13)と、前記制御手段により選択された駆動周波数に基づく駆動信号を前記超音波モータの前記圧電体に供給する駆動力供給手段(11)とを備えることを特徴とする。

【0006】第2の解決手段は、駆動信号により励振される圧電体、及び前記圧電体の励振により進行性振動波を発生する弾性体を有する固定子と、前記固定子に接触し駆動される移動子とから構成される超音波モータの駆動を制御する超音波モータの駆動制御装置であって、前記超音波モータの複数の駆動電圧に対する駆動周波数の情報を記憶する記憶手段と、前記超音波モータの駆動状態を検出する検出手段と、前記記憶手段に記憶された情報に基づいて略最大起動トルクが得られる駆動電圧及び駆動周波数を選択し、前記検出手段により検出される駆動状態が所定の状態となった場合には、前記記憶手段に記憶された情報に基づいて目標回転数が得られる駆動電圧及び駆動周波数を選択する制御手段と、前記制御手段により選択された駆動電圧及び駆動周波数に基づく駆動信号を前記超音波モータの前記圧電体に供給する駆動力供給手段とを備えることを特徴とする。

【0007】第3の解決手段は、駆動信号により励振される圧電体、及び前記圧電体の励振により進行性振動波を発生する弾性体を有する固定子と、前記固定子に接触し駆動される移動子とから構成される超音波モータの駆動を制御する超音波モータの駆動制御装置であって、前記超音波モータの第1の駆動電圧に対する駆動周波数の情報と、前記第1の駆動電圧より低い第2の駆動電圧に対する駆動周波数の情報とを記憶する記憶手段と、前記超音波モータの駆動状態を検出する検出手段と、前記記憶手段に記憶された情報に基づいて前記第2の駆動電圧及び前記第2の駆動電圧において略最大起動トルクが得

られる駆動周波数を選択し、前記検出手段により検出される駆動状態が所定の状態となった場合には、前記記憶手段に記憶された情報に基づいて前記第1の駆動電圧及び前記第1の駆動電圧において略最大起動トルクが得られる駆動周波数を選択し、前記検出手段により検出される駆動状態が所定の状態となった場合には、前記第1の駆動電圧において目標回転数が得られる駆動周波数を選択する制御手段と、前記制御手段により選択された駆動電圧及び駆動周波数に基づく駆動信号を前記超音波モータの前記圧電体に供給する駆動力供給手段とを備えることを特徴とする。

【0008】第4の解決手段は、第1～3の解決手段において、前記記憶手段は、前記超音波モータの駆動周波数と起動トルクと回転数との関係を記憶することを特徴とする。第5の解決手段は、第1～4の解決手段において、前記検出手段は、前記超音波モータの回転数を検出することを特徴とする。第6の解決手段は、第1～4の解決手段において、前記検出手段は、前記超音波モータのモニター電極からの信号を検出することを特徴とする。第7の解決手段は、第1～4の解決手段において、前記検出手段は、前記超音波モータの入力信号とモニター電極からの信号の位相差を検出することを特徴とする。

【0009】

【作用】本発明の解決手段においては、超音波モータは、最初に最大起動トルクが得られる駆動周波数で駆動され、次に、目標回転数が得られる駆動周波数で駆動される。従って、起動時の立ち上がり時間が短縮される。

【0010】

【実施例】以下、図面等を参照して、本発明の一実施例について説明する。図1は、本発明に適用して好適な超音波モータの一実施例の構成を示す斜視図である。図1において、超音波モータ1は、圧接する固定子2と移動子3とから構成されている。さらに固定子2は、圧電体2aと、弾性体2bとから構成されている。なお、固定子2及び移動子3は、略環状(リング状)に形成されているが、図1では、固定子2及び移動子3の一部を切断して、これらの断面が見えるように図示している。圧電体2aは、駆動信号が供給されると励振され、この振動により弾性体2bには、進行性の振動波が発生する。この振動波により、移動子3は、固定子2に接触し駆動される。

【0011】図2は、本発明による超音波モータの駆動制御装置の一実施例の構成を示すブロック図である。この駆動制御装置10は、図1の超音波モータ1と電氣的に接続された駆動回路11と、検出手段12と、システム制御手段13と、記憶手段14と、選択手段15とから構成されている。駆動回路11は、超音波モータ1の圧電体2aの入力電極に駆動信号を供給する回路である。検出手段12は、超音波モータ1の回転数を検出す

るものである。システム制御手段 1 3 は、超音波モータ 1 の駆動システムを制御するものである。記憶手段 1 4 は、超音波モータ 1 の駆動周波数の情報、例えば駆動周波数と起動トルクと回転数との関係、又はこれらと駆動電圧との関係を記憶しているものである。選択手段 1 5 は、システム制御手段 1 3 から発せられる動作指示信号に基づき、記憶手段 1 4 から所定の駆動制御値を選択するものである。

【0012】次に、図 3、図 4 に基づき、本発明による超音波モータの駆動制御装置の動作の第 1 の実施例について説明する。図 3 は、超音波モータ 1 の特性曲線の第 1 の実施例を示す図である。また、図 4 は、駆動制御装置 1 0 の動作の第 1 の実施例を示すフローチャートである。図 3 は、超音波モータ 1 の駆動電圧が一定の場合の特性を示している。ここで、目標回転数（駆動したい回転数） N_{target} と対応する駆動周波数 f_{target} における起動トルク T_{target} は、必ずしも最大起動トルク T_{max} に一致していないので、目標回転数 N_{target} に対応する駆動周波数 f_{target} で駆動すると、起動トルクが最大でない周波数で駆動することとなる。そこで、本実施例では、以下のように駆動を制御する。

【0013】図 4 において、先ずステップ 1 0 1 では、システム制御手段 1 3 は最初に駆動周波数を f_{Tmax} に設定する。すなわち、選択手段 1 5 は、システム制御手段 1 3 からの指令を受け、超音波モータ 1 の最大起動トルク T_{max} を得ることができる駆動周波数 f_{Tmax} を記憶手段 1 4 の中から選択し、駆動回路 1 1 に伝送する。駆動回路 1 1 は、この値に基づく駆動信号を圧電体 2 a に供給する。

【0014】次にステップ 1 0 2 に進み、システム制御手段 1 3 は、目標回転数 N_{target} と、駆動周波数 f_{Tmax} に対応する回転数 N_{Tmax} との大きさを比較する。 $N_{target} \geq N_{Tmax}$ である場合（図 3 の場合）には、ステップ 1 0 3 に進む。ステップ 1 0 3 では、回転数が N_{Tmax} に到達するまで駆動周波数が f_{Tmax} に保たれる。検出手段 1 2 は、超音波モータ 1 の回転数が N_{Tmax} に到達したか否かを検出する。検出手段 1 2 により、回転数が N_{Tmax} に到達したことが検出されると、ステップ 1 0 4 に進み、システム制御手段 1 3 は、駆動周波数を f_{Tmax} から f_{target} に設定変更する。すなわち、選択手段 1 5 は、システム制御手段 1 3 からの指令を受け、目標回転数 N_{target} に対応する駆動周波数 f_{target} を記憶手段 1 4 の中から選択し、駆動回路 1 1 に伝送する。駆動回路 1 1 は、この値に基づく駆動信号を圧電体 2 a に供給する。そして、次のステップ 1 0 5 に進み、超音波モータ 1 の回転数が N_{target} に到達したら、処理を終了する。

【0015】一方、ステップ 1 0 2 で $N_{target} \geq N_{Tmax}$ でないときには、ステップ 1 0 6 に進み、回転数が N_{target} に到達するまで駆動周波数が f_{Tmax} に保たれる。回転数が N_{target} に到達したらステップ 1 0 4 に進み、上

述と同様の処理を行う。

【0016】図 5 は、以上のような処理を行ったときの超音波モータ 1 の起動時の立ち上がりの状態を従来例と比較した図である。従来の制御、すなわち最初から目標回転数 N_{target} に対応する駆動周波数 f_{target} で駆動すると、目標回転数 N_{target} に到達するまでの時間が t_2 であったのに対し、本発明による制御では、 t_1 の時間で目標回転数 N_{target} に到達することができる。このように、起動時の立ち上がり時間が短縮される。従って、消費電流積が減少し、駆動効率、駆動性能が向上する。

【0017】なお、上述の第 1 の実施例では、一定の駆動電圧に対して、最大起動トルク T_{max} を得ることができる駆動周波数 f_{Tmax} と、目標回転数 N_{target} が得られる駆動周波数 f_{target} とを選択したが、検出手段 1 4 に複数の駆動電圧に対する駆動周波数の情報を記憶しておくことにより、最初に最適な駆動電圧を選択し、その駆動電圧に対して最大起動トルクが得られる駆動周波数と、目標回転数が得られる駆動周波数とを選択するようにしても良い（請求項 2 に対応）。

【0018】図 6 は、超音波モータ 1 の特性曲線の第 2 の実施例を示す図である。また、図 7 は、駆動制御装置 1 0 の動作の第 2 の実施例を示すフローチャートである。図 6 は、超音波モータ 1 の駆動電圧が可変の場合の特性を示している。第 1 の実施例と同様に、目標回転数 N_{target} と対応する駆動周波数 f_{target} で駆動すると、起動トルクが最大でない周波数で駆動することとなる。そこで、本実施例では、図 7 に示すフローチャートに基づき駆動を制御する。

【0019】図 7 において、先ずステップ 2 0 1 では、システム制御手段 1 3 は、最初に駆動電圧を V_1 に設定し、さらに駆動周波数を、このときに最大起動トルク T_{max1} を得ることができる駆動周波数 f_1 に設定する。すなわち、選択手段 1 5 は、システム制御手段 1 3 からの指令を受け、駆動電圧 V_1 と、このときの最大起動トルク T_{max1} を得ることができる駆動周波数 f_1 を記憶手段 1 4 の中から選択し、駆動回路 1 1 に伝送する。駆動回路 1 1 は、この値に基づく駆動信号を圧電体 2 a に供給する。

【0020】このときの回転数が N_1 に到達するまで駆動電圧が V_1 、駆動周波数が f_1 に保たれる。ステップ 2 0 2 で、検出手段 1 2 により回転数が N_1 に到達したことが検出されると、ステップ 2 0 3 に進む。ステップ 2 0 3 では、システム制御手段 1 3 は、駆動電圧を V_2 に設定し、さらに駆動周波数を、このときの最大起動トルク T_{max2} を得ることができる駆動周波数 f_2 に設定する。このときの回転数が N_2 に到達するまで駆動電圧が V_2 、駆動周波数が f_2 に保たれ、ステップ 2 0 4 で、回転数が N_2 に到達したことが検出されると、次のステップ 2 0 5 に進む。

【0021】ステップ 2 0 5 では、システム制御手段 1

3は、駆動電圧を V_3 に設定し、さらに駆動周波数を、このときの最大起動トルク T_{max3} を得ることができる駆動周波数 f_3 に設定する。このときの回転数が N_3 に到達するまで駆動電圧が V_3 、駆動周波数が f_3 に保たれ、ステップ206で、回転数が N_3 に到達したことが検出されると、次のステップ207に進む。

【0022】ステップ207では、システム制御手段13は、駆動電圧 V_3 はそのままにして、駆動周波数を、目標回転数 N_{target} に対応する駆動周波数 f_{target} に設定する。そして、ステップ208に進み、回転数が目標回転数 N_{target} に到達したら、処理を終了する。

【0023】このように、最初に目標駆動電圧 V_3 より小さい駆動電圧 V_1 、 V_2 で駆動し、その後目標駆動電圧 V_3 で駆動するようにすれば、最初から目標駆動電圧 V_3 で駆動する以上に回転数が N_3 に到達するまでの時間を短縮することができる。

【0024】以上、本発明の一実施例について説明したが、本発明は、上述した実施例に限定されることなく、その要旨を逸脱しない範囲内で種々の変形が可能である。例えば、第2の実施例においては、駆動電圧の変更を3段階(V_1 、 V_2 、 V_3)に設定したが、これに限らず、何段階に設定しても良い。実施例では、検出手段12は、超音波モータ1の回転数を検出したが、超音波モータ1の駆動状態を検出することができれば良く、例えばモニター電極からの信号や、超音波モータ1の入力信号とモニター電極からの信号との位相差を検出するようにしても良い。

【0025】また、超音波モータ1は、温度によりその特性が変化するので、温度を考慮した制御を行えば、より起動時の立ち上がり時間を短縮することができる。例えば、温度検出器を設けて温度を検出し、温度に応じた駆動周波数、又は駆動電圧と駆動周波数とを設定するようにしても良い。このときには、記憶手段14には、各温度ごとの駆動周波数と起動トルクと回転数との関係、又はこれらと駆動電圧との関係を記憶しておくようにす

れば良い。

【0026】

【発明の効果】本発明による超音波モータによれば、超音波モータの起動時の立ち上がり時間を短縮するようにしたので、起動時の立ち上がりのレスポンスの向上を図ることができる。これにより、消費電流積を小さくして駆動効率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に適用して好適な超音波モータの一実施例の構成を示す斜視図である。

【図2】本発明による超音波モータの駆動制御装置の一実施例の構成を示すブロック図である。

【図3】超音波モータ1の特性曲線の第1の実施例を示す図である。

【図4】駆動制御装置の動作の第1の実施例を示すフローチャートである。

【図5】本発明による処理を行ったときの超音波モータ1の起動時の立ち上がりの状態を従来例と比較した図である。

【図6】超音波モータ1の特性曲線の第2の実施例を示す図である。

【図7】駆動制御装置の動作の第2の実施例を示すフローチャートである。

【符号の説明】

1 超音波モータ

2 固定子

2a 圧電体

2b 振動体

3 移動子

10 駆動制御装置

11 駆動回路

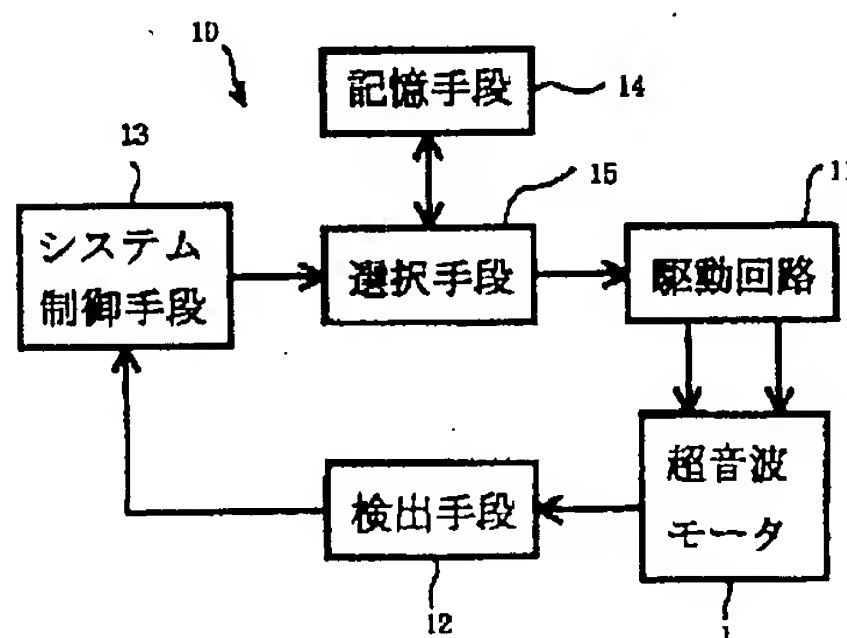
12 検出手段

13 システム制御手段

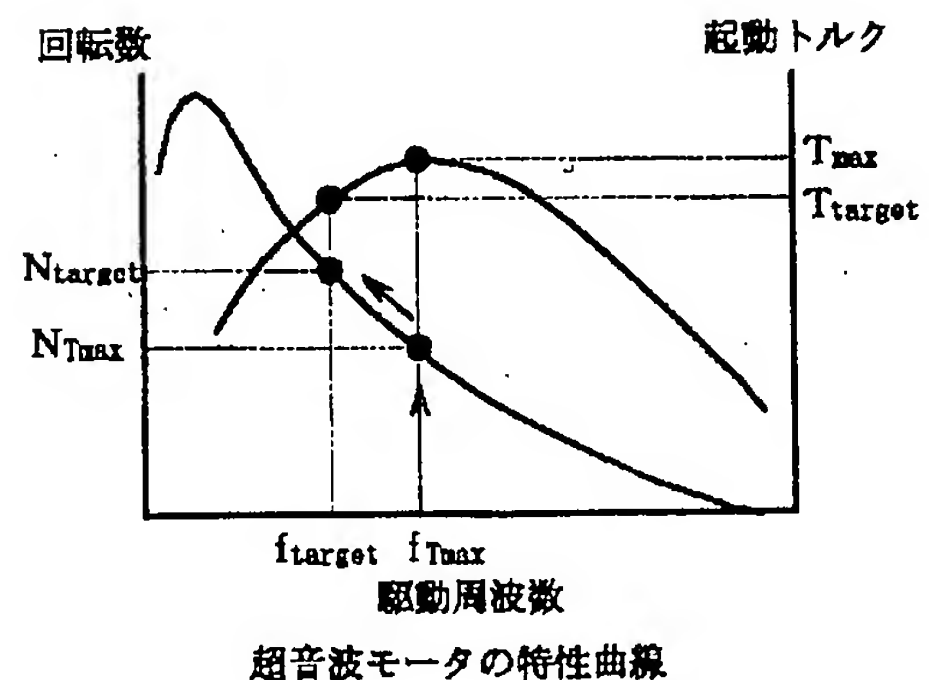
14 記憶手段

15 選択手段

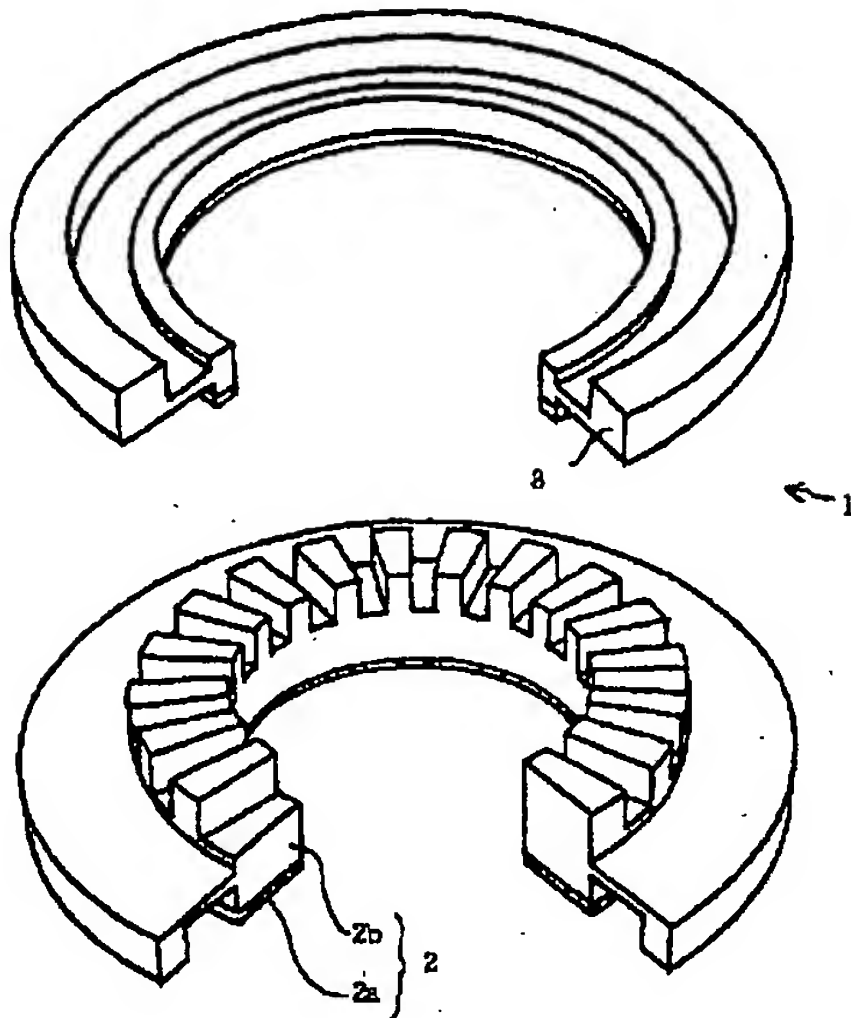
【図2】



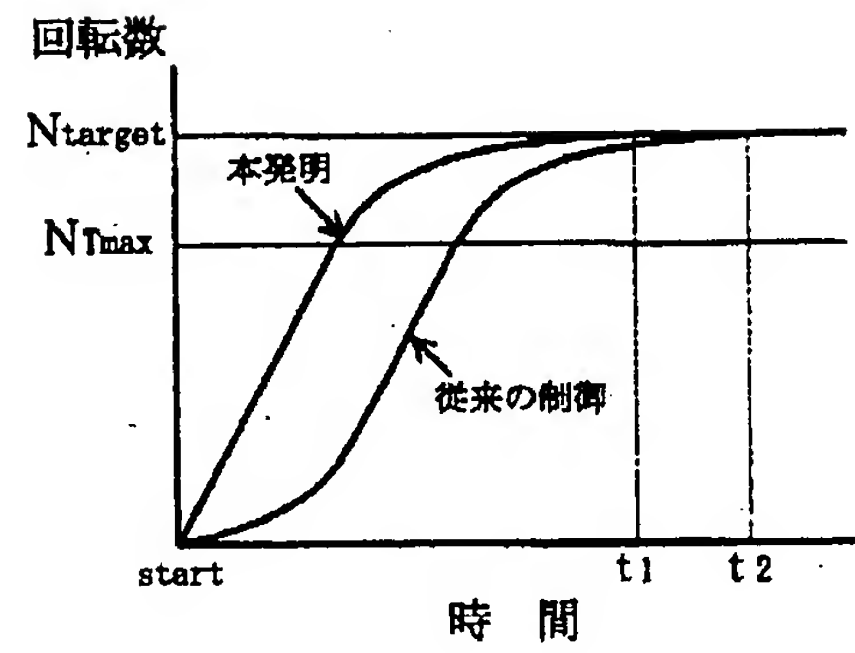
【図3】



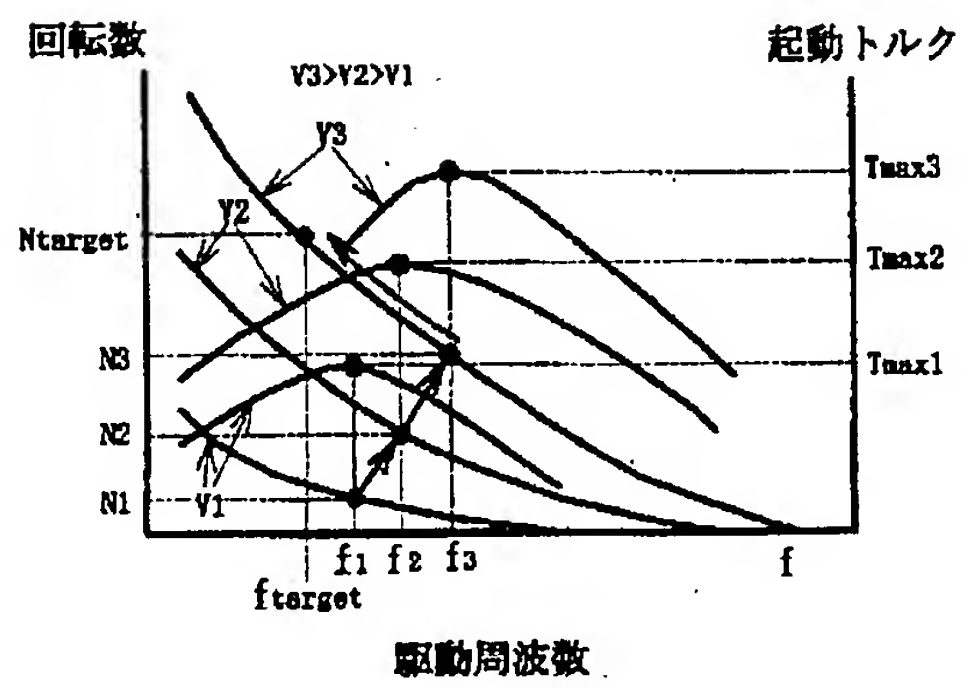
【図1】



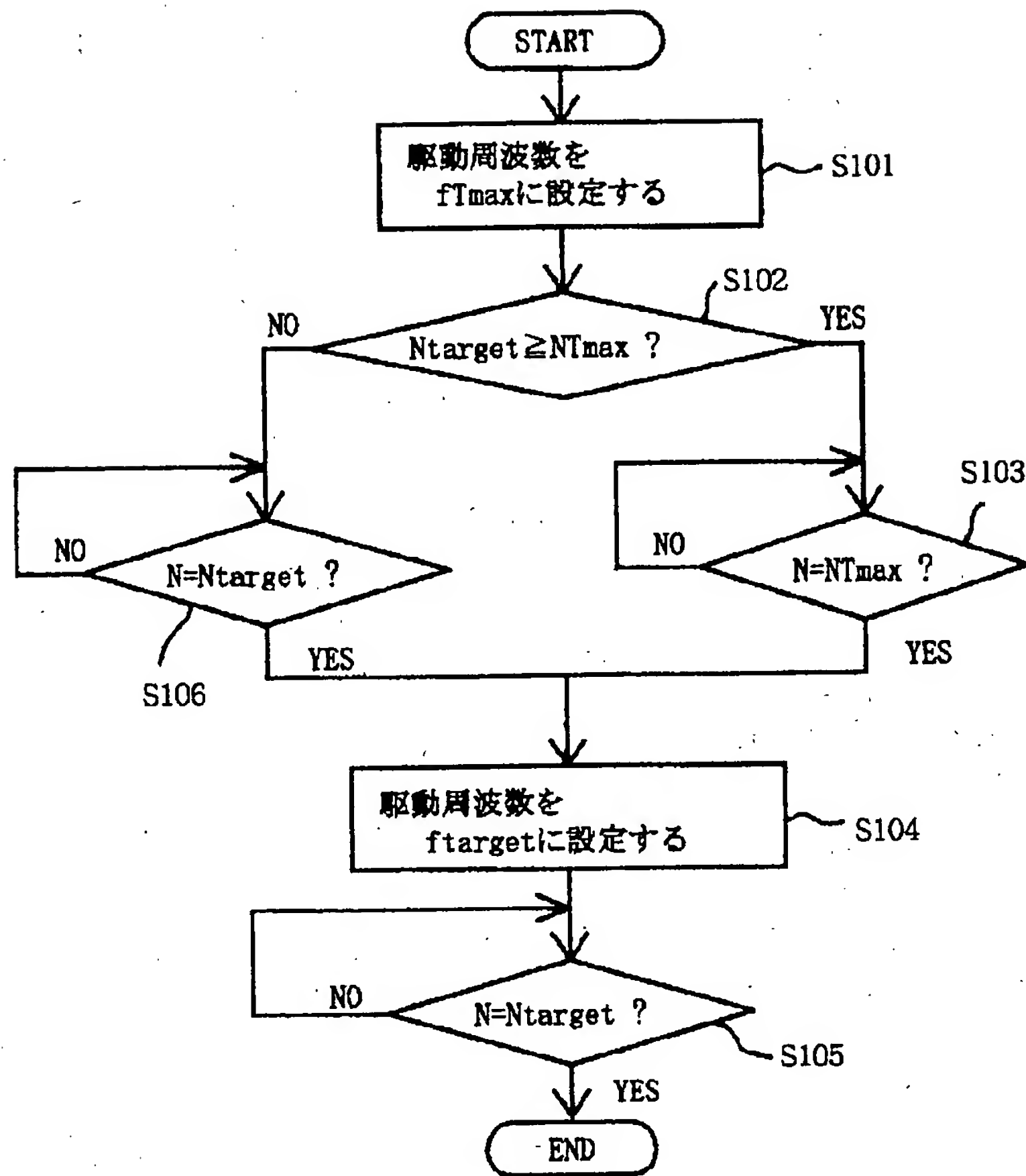
【図5】



【図6】



【図 4】



【図 7】

